

【 レポート 】

第 59 回熱測定討論会報告

第 59 回熱測定討論会は東京都世田谷区の日本大学文理学部で 4 年振りに全面対面式で実施された。ICCT2023 が夏に開催された影響からか、例年より少々少ないながら、口頭発表 53 件、ポスター発表 31 件の発表を数えた。ただ、体調不良により 4 件の講演がキャンセルされたことは残念であった。参加登録者数は 146 名（正会員・維持会員：83 名、学生会員：21 名、一般非会員：20 名、学生非会員：22）であった。会場となった百周年記念館の設備も、季節的に冷房が効かなかったことを除けば、概ね好評であり、活発な議論が展開された。

本討論会の実行委員会は 10 名の日本大学教員・研究員、2 名の国士舘大学教員・職員、学会庶務幹事 1 名で組織された。同じ日本大学教員といえども、所属する学部・キャンパスが異なれば会う機会もないのが実情である。そのメンバーが協力して本討論会を無事に、しかも全面対面式で開催できたことは、ご参加いただいた皆様のご協力のおかげである。心よりお礼申し上げます。

最後になりましたが本討論会の開催にあたり、株式会社日本サーマル・コンサルティング様にはプラチナスポンサーとして、株式会社日立ハイテクサイエンス様、ネッチ・ジャパン株式会社様、DKSH マーケットエクспанションサービスジャパン株式会社様にはゴールドスポンサーとして、カノマックスアナリティカル株式会社様、株式会社リガク様、ティー・エイ・インスツルメント・ジャパン株式会社様にはシルバースポンサーとしてご支援いただきました。この場を借りてお礼申し上げます。また学会事務局の土信田様には準備から開催、片付けまでご協力いただきました。ありがとうございました。

（日本大学 橋本 拓也・藤森 裕基）

特別講演 橋本拓也氏（日本大学文理学部）

本討論会は実行委員長でもある橋本氏の講演で幕を開けた。「熱分析を用いた Li 複合酸化物材料の CO₂ 吸収・放出特性の解析」と題した講演は、ミニシンポジウム 1「リチウム材料研究の最前線」の基調講演でもあった。近年リチウム材料の研究が盛んにおこなわれているが、その Li 複合酸化物材料における CO₂ 吸収・放出過程を TG-DTA で追跡し、その特性が報告された。これは材料開発における TG-DTA の有用性を示しており、本討論会の開幕に相応しい講演であった。

（日本大学 藤森 裕基）

学会賞受賞講演

今年度の熱測定学会賞は、東レリサーチセンターの石切山一彦先生が受賞された。受賞講演は、石切山先生がこれまで進めてきた研究を総括する内容であった。まず、同先生が初期段階から開発に携わってこられた熱重量・質量分析 (TG-MS) に関するお仕事を紹介された後、DSC を用いたギブス・トムソン効果を使った多孔質シリカゲルなどの細孔分布測定法の開発についての丁寧な説明があった。さらに温度変調 DSC を用いて、高分子におけるメルトと結晶の中間状態である剛直非晶の定量などについて B. Wunderlich 先生の研究室に滞在され行った研究等も含めて紹介された。講演の最後には、データベースをもちいた深層学習によるマテリアルインフォマティクス研究など将来にむけた方向性もお話しされ、内容豊富な講演であった。質疑応答では、熱力学的なデータを蓄積していく事の大事



学会賞を受賞した石切山氏と中澤会長

さとともに、正しい熱力学データをとる必要性などについて多方面から議論された。（大阪大学 中澤 康浩）

一般講演

ミニシンポジウム 1 リチウム材料研究の最前線

本シンポジウムでは二次電池材料、CO₂ 吸収・貯蔵材料、核融合材料としてホットな研究が展開されているリチウム材料について、熱測定、熱力学、電気化学などが現在どう応用されているかについて、特別研究に引き続き、4 件の招待講演と 1 件の一般講演を実施した。中山（名工大）は最近の量子化学計算のスピードアップによるリチウム 2 次電池内の界面の状態予測の発展を報告した。佐々木（弘前大）は現在問題となっているリチウム資源確保のために電気化学を用いた新たなリチウム回収法およびその見通しについて報告した。森（三重大）は発電の際に問題となるデンドライト発生の制御について最新のデータを発表した。中村（東北大）は酸素不定比性の熱力学がリチウム電池材料に応用できることを報告した。高井（京大）は電池運転に際し重要な情報となる、リチウムイオン拡散の中性子ラジオグラフィ法による評価を報告した。最新のホットピックスであるリチウム材料のシンポジウムであることもあり、参加者は 50 名以上を数え、活発な質疑応答が実施された。

（日本大学 橋本 拓也、志藤 広典）

液体・溶液・集合体・界面

溶液・液体・集合体・界面セッションは 1 日目の B 会場で行われた。野口（日本大）はポルフィリン骨格に 4 本アルキル基を持つ円盤型分子の集合体の構造形成および温度上昇に伴う融解過程について、DSC および NMR から議論した。照山（福岡大）は異なるアルキル鎖を持つテトラアルキルホスホニウム系イオン液体について、温度履歴を追跡した。液相での相挙動が観測できれば興味深い。山室（東京電機大）は高分子ゲル Sephadex G-25 に内包された、いわゆる「confined water」のエントロピープロファイル挙動を詳細な熱容量測定で調べ、含水率の依存性を明らかにした。参加者は 40 名に達し、いずれの講演でも詳細な議論から解釈の質疑まで活発な質疑応答がなされた。

（鹿児島大学 神崎 亮）

山本（近畿大）は定常ずり変形機構を有した自作の示差走査熱量計を用いて、カチオン性界面活性剤 CTAB/水系の相転移熱力学量のずり速度依存性を論じた。神崎（鹿児島大）は濃厚 LiTf₂N 水溶液の電位差滴定および熱量滴定から、酸塩基反応におけるイオンの反応性の希薄水溶液との差を論じた。名越（国士舘大）は 1,2-ブタンジオール水溶液について、放射光 XRD から I 型クラスレートの安定構造をと

り、断熱型熱量測定からその組成が 50 wt%であることを報告した。上田（阿南高専）は自作の装置を用いて、常圧下で I 型クラスレート構造を形成する 1,2-ブタンジオール 50 wt%水溶液の高圧 DTA 測定を行い、クラスレートの構造の詳細を議論した。玉井（徳島大）は生体内における糖の役割・機能を明らかにする目的で 4 種類の単糖の DMPC ベンキル水分散液の DSC 測定を行い、DMPC 二重膜の相挙動におよぼす影響を論じた。（東京電機大学 山室 憲子）



B 会場の様子

金属・無機固体・セラミックス

金属・無機固体・セラミックスのセッションは 2 日目の A 会場で行われた。杉本（日本大）はチタン酸アルミニウム・チタン酸鉄固溶体の焼結温度による焼結密度や熱膨張率の違いの原因を明らかにした。志藤（日本大）は $\text{SrFeO}_{3-\delta}$ の作製と焼結特性の評価を行った。結果より、ペチーニ法（液相法）が最も均質・緻密試料が作製できると結論された。丹羽（弘前大）は従来の 1 電源 2 電極電気化学ポンピング法と異なる、2 電源 3 電極方式を考案し、リチウム高速回収時にエネルギー効率の急激な低下がないことを熱力学的解析から明らかにした。以上、3 名にご講演いただいた。いずれの講演も時間いっぱいまで、質疑応答、議論が行われ、充実したセッションがなされた。

（日本大学 横田 麻莉佳）

金属・無機固体・セラミックス-2 のセッションでは、4 件の講演があった。高橋（山梨大）から「合成トリジマイトの特異的熱挙動」という題目で、二酸化ケイ素の 1 つの相であるトリジマイト相の中に 4 つの晶系が存在し、これらの相の 3 つの相転移を TMA 及び DSC を用いて調査した結果について報告した。高純度なトリジマイトの合成に成功したことにより、線熱膨張曲線から 3 つの相転移を明瞭に観察され、対応した転移温度で DSC ピークも確認された。2 件目は、菅原（秋田大）から「 $\text{SiO}_2\text{-Na}_2\text{O-MoO}_3$ 系の液相府混和の熱力学的最適化」という題目で放射性廃棄物のガラス固化についての報告があった。過去の報告よりも実験方法を改善し、熱化学計算アプローチも追加することで、ケイ酸塩メルトとモリブデン酸メルトの分相する温度が、これまでの報告よりも高温であることを明らかにした。3 件目は、加藤（広島大）から「塩化カルシウム二水和物の脱水反応挙動における雰囲気水蒸気の影響」と題して、雰囲気制御下での熱測定についての報告があった。緻密な熱測定の結果から昇温時の脱水反応が、2 段階及び 3 段階に分かれており、中間生成物の一水和物の生成を介していることにより説明可能であることが分かった。4 件目は、堀田（広島大）より「炭酸カルシウムの熱分解速度挙動に対する雰囲気および自生気体の影響の数値化」という題目で報告があった。炭酸カルシウムの分解挙動を温度や CO_2 分

圧に対する変化だけでなく、水蒸気分圧の影響も考慮した非常にパワフルな実験量かつ得られた実験データを緻密に解析された結果からの報告であった。

（弘前大学 丹羽 栄貴）

磁性体・錯体

2 日目午後に A 会場にて開催された磁性体・錯体セッションでは 3 件の口頭発表があった。最初は福岡（北海道大）による発表であった。 λ 型有機導体 $\lambda\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{GaCl}_4$ の圧力下での ^{13}C 核磁気共鳴 (NMR) 測定から、典型的な dimer-Mott 系である κ 型とは異なり、 λ 型は Mott 境界近傍の絶縁相では反強磁性相ではない特異な磁気状態を形成することを示した。続いて、辰巳（近畿大）は鉄 (II) 錯体の配位子に導入されたハロゲン種がスピンクロスオーバー (SCO) 挙動に与える影響を検討するために、F 錯体と Cl 錯体の固溶体 $[\text{Fe}(\text{qsal}^{\text{SF}})_x(\text{qsal}^{\text{SCl}})_{2-x}]$ ($x = 0\text{-}2.0$) を合成し、熱容量と結晶構造の相関について報告した。最後に、中澤（大阪大）より分子性電荷移動塩である $\kappa\text{-(BEDT-TTF)}_2\text{Cu}[\text{N}(\text{CN})_2]\text{Br}$ 塩の末端エチレン基を系統的に重水素化した試料の熱容量について報告があり、重水素化による化学的な圧力変化が、Mott 転移の相境界近傍での熱力学的性質に与える影響について興味深い報告がなされた。参加者は約 40 名程度であり、いずれの講演も質疑応答時間いっぱいまで充実した議論が行われた。

（日本大学 野口 真理子）

熱科学の教育

熱科学の教育に関する 2 件のご講演が、2 日目の午前中に B 会場で行われた。1 件目は、岩間（熊本学園大）による文系大学生の化学リテラシーに関する質問紙による調査結果について報告であり、熱科学関連分野での誤概念や基礎的理解の未到達などの問題点が指摘された。2 件目は、林（千葉大教育）による mirco:bit 温度計を中学校「理科」における融点測定に用いるための教具開発と教材化のための基礎的研究についての報告であった。

（広島大学 古賀 信吉）

生体・医薬・食品

生体のセッションでは、1 件の講演が中止となり 4 件の講演が行われた。4 件とも医薬品に用いられる様々な物質について、TG-DTA, ITC, 計算機実験を通じてマクロな熱力学量からミクロな分子論的な機構へ議論を昇華させた大変面白い講演であった。座長は、最初の 3 講演については名越（国士大）が務め、最後の講演では小林（昭和大）が務めた。最初の講演では、小林（昭和大）らにより TG-DTA 測定を通じて 2,4,6-トリス（4-クロロフェノキシ）-1,3,5-トリアジン (CLPOT) の分子性の 1 次元細孔が、アセトアミノフェンを担持させた分子カプセルとなることが示された。2 番目の講演では米持（星薬大）により、ジアリールプロピオニトリル (DPN) 誘導体とエストロゲン β 受容体 (ER β) との結合親和性について、ITC の実験結果と分子軌道計算結果の比較し、複雑な分子では計算機実験がまだ熱測定の結果に追いついていないことが示された。3 番目の講演では、鳥越（理科大）らにより、オリゴジアミノガラクトースが 2 本鎖 DNA には結合せず、2 本鎖 RNA に特異的に結合する実験結果とその熱力学的解析が示され、その分子論的な機構について説明がなされた。4 件目の講演では、織田（京府大）らにより「弱い金属イオン結合による酵素の機能発現と安定化」という題目で RNH 酵素中の Mg^{2+} イオンの個数について、ITC の結果から議論された。いずれの講演も多くの質問がなされ活発なセッションとなった。

（国士舘大学 名越 篤史、昭和大 小林 広和）

ミニシンポジウム 2 数理・データサイエンス・AI 教育の取り組み

これからの社会は「もの」、「もと」がデータ化され、そのデータ解析により新しい価値が創造されるため、データサイエンスが注目されている。本ミニシンポジウムでは、現在の教育への取り組みや製造業での製品開発や研究での事例について講演していただいた。発表は4件で内1件はオンライン発表となった。最初に関口（国士舘大）より、現在の数理・データサイエンス・AI教育における、国の目標値や指針、国士舘大学での取り組みについて報告された。次に村上（広島大）により、リテラシーレベルのオンライン教材の作成、および作成した教材を使用した広島県内の複数の大学での事例について報告された。次に国士舘大学の伊藤直樹氏により、製造業でのデータサイエンスの取り組みの事例が報告された。最後に、大柳（国士舘大）から解析モデルとして、データサイエンスの手法を化学反応実験に適用した事例が報告された。質疑応答では、具体的に現場への実用の可否や、目標値への実効性について討論され、とても有意義なセッションとなった。

（日本大学 杉本 隆之）

ミニシンポジウム 3 環境の熱分析

本シンポジウムでは、環境問題の解決のために熱測定はどのような貢献ができるのか、をテーマに、2件の招待講演と2件の一般講演が行われた。吉野（日本大）らは東京湾の最奥部にある千葉県三番瀬に堆積するマイクロプラスチックをIR及び熱分析により分析し、その月ごとの変化の過程を報告した。岩崎（日本大）らはTG-DTAにより明らかにした $\text{Li}_3\text{NaSiO}_4$ の CO_2 吸収/放出サイクル特性について報告した。天谷氏の一般講演がキャンセルされたため、急遽橋本（日本大）らが「欠陥量を制御した $\text{SrFeO}_{3-\delta}$ の結晶構造・相転移挙動」（日本大学文理学部 吉野太造、波多野志帆、志藤広典、橋本拓也）と題する講演を行った。シンポジウムの最後には竹村（日本大）が地中熱や空気圧縮貯蔵を利用する際には熱分析による調査が重要であることを紹介した。本ミニシンポジウムには25名ほどが参加し、環境における熱分析の重要性が議論された。

（日本大学 藤森 裕基）



ミニシンポジウム 3 の様子

高分子・有機物

本セッションは最終日の朝にA会場で開催された。前半のセッションでは、まず近藤（東レリサーチセンター）と佐々田（大阪大）より、ポリ(N-ビニルピロリドン)/水系の熱容量測定について、それぞれDSCおよび断熱法熱容量測定による評価が報告された。特に、高分子の一定の影響下にありながら冷結晶化が可能な中間水の存在に注目した報告が行われた。続いて山村（筑波大）より、スメクチックA-ネマチック液晶間相転移について発表が行われた。液

晶分子の鎖長と相間距離の関係性を整理すると分子種によって2種類(normalとtilted)に大別することができ、それらの熱容量挙動差を、分子充填様式の違いから説明する興味深い報告が行われた。最後に野村（近畿大）より、ポリシロキサンを主骨格とする側鎖型液晶ポリマーについて、液晶相転移や結晶化の議論が行われた。高分子鎖による拘束が液晶分子の相転移に影響を与えるデータが紹介された。いずれも所定時間を超過する活発な議論が展開された。

（物材機構 川上 亘作）

続く後半のセッションでは、まず川上（物材機構）により、鎮痛薬であるセレコキシブの溶解性を高めるための非晶質化についての報告が行われた。非晶質状態のセレコキシブは冷却温度により結晶核を含むことがわかり、これにより現れる物性の違いを評価した。次に大迫（東京都市大）により、リサイクルPETを用いた結晶性高分子構造に及ぼす剛直非晶の影響についての報告が行われた。結晶化度の高低により、バージンPET、メカニカルリサイクルPET、ケミカルリサイクルPETでの剛直非晶量の増減傾向が異なることが明らかとなった。最後は細井（リガク）により、TG-SPMEを用いたポリマー分解ガスの定性分析についての報告が行われた。TG-SPMEは、複数同時発生するガスの定性を可能にする新しい装置である。今回の報告では、St-BMA共重合体を試料として試料制御TGを併用することで、これまで分離できなかった2つの反応が存在していることを示した。3件いずれの講演においても、活発な議論が展開され。ベテランの川上氏と細井氏はもちろんのこと、本討論会初陣となった大迫氏も多くの質疑に対し丁寧に応答をしていた。

（日本大学 三木 久美子）

熱測定基盤

本セッションは3日目午前のB会場にて行われた。前半1件目の亀垣（東工大）らは、サーモパイルセンサーを用いたTWA測定の高感度化を実現し、ヘキサオキシエチレン- n -ドデシルエーテル(C_{12}E_6)の相転移過程における熱拡散率変化を明らかにした。2件目の森岡（東工大）らは、原子間力顕微鏡のサーマルプローブを用いて周期的な温度変化を熱起電力変化として検出することにより、TWA法による熱拡散率測定を行い、測定の妥当性について報告した。3件目の中川（東工大）らは、MEMSデバイスをを用いた面内方向の熱拡散率測定と高速カロリメトリーの二つの手法により、新規ポリイミド薄膜の熱的性質を評価した。いずれの講演も、熱拡散率測定に関わる計測技術の進展が見られ、非常に興味深い研究成果であった。

（産総研 阿部 陽香）

前半に引き続き、2件の発表が行われた。後半1件目の古島（東レリサーチセンター）らは、ブレンド樹脂中のポリエチレンとポリプロピレンの含有率を高速走査カロリメーターを用いて決定する方法を報告した。 ^{13}C NMRの結果とも良い一致が見られ、今後の技術の進展が期待される。2件目の阿部（産総研）は、高温用の球型熱量計とその技術を応用した熱伝導率測定装置の開発について報告した。高温では輻射による熱放射の影響が大きくなるため、試料や断熱壁を球形にするという着眼点は適切であるが、試料形状や装置の作成が難しくなる。今後、さらなる発展を期待したい。

（筑波大学 山村 泰久）

ポスターセッション

ポスター発表は1日目の17:00から、及び2日目の12:00からそれぞれ1時間実施した。発表件数は例年より少なめ

ではあったものの、発表内容は概ねレベルが高く、活発な発表・討論が展開された。実行委員、幹事、委員、編集委員の方々に採点を行っていただいた。甲乙つけ難い発表ばかりであったが、ポスター賞（日本サーマル・コンサルティング賞）は梅野（九州工業大）らの「自立マイクロチャネル型ナノカロリメータによる単一細胞の熱分析」及び秋山（近畿大）らの「化学架橋ウレタンゴムの伸長に伴う熱力学量変化と緩和挙動」に授与された。

（日本大学 橋本 拓也）



ポスターセッションの様子

第 21 回熱測定若手の会

第 21 回熱測定若手の会は、討論会初日の夕方から夜にかけて開催された。まず B 会場にて、パティスリーノリエット オーナーシェフである永井紀之氏をお招きし、講演会を行った。永井シェフに用意していただいた 2 種類の絶品なケーキをコーヒーや紅茶と共に味わいながら、フランス留学に至った経緯や留学時のエピソード、フランスと日本の食文化の違い、留学前後での考え方の変化など多様な内容について講演していただいた。永井シェフのユニークで生き生きとしたトークを拝聴した後は、聴衆からの質問に丁寧に答えていただき、充実した講演会となった。その後、場所を下高井戸の居酒屋たつみに移し、懇親会が開催された。大学院生や若手研究者、さらにはノリエットの永井シェフや多くの先生方も参加していただき、食事やお酒を楽しみながら、参加者同士の活発な交流が行われた。



若手の会での講演会の様子

若手の会は、2019 年の第 55 回熱測定討論会（近畿大学）にて開催されてから実に 4 年ぶりの開催であった。このような交流会は、対面開催だからこそできることである。今回、異なる所属の大学院生が研究や研究室生活について楽しそうに話しているのを見て、感慨深い気持ちになった。本会が若手研究者同士の交流や、未来の熱測定分野における研究の活発化の一助となっていれば幸いである。

参加者：講演会…約 40 名、懇親会…約 30 名（九州工業大

学、近畿大学、熊本学院大学、国土舘大学、東京工業大学、東京電機大学、日本大学、広島大学、福岡大学、北海道大学他）
（日本大学 野口 真理子）

企業展示

企業展示はスポンサーとしてご支援いただいた企業 7 社のうち 6 社のブースが出展された。展示会場はポスター会場と同じく、百周年記念館 1 階エントランスであった。実機による展示も行われ、参加者からは高い関心が寄せられ、討論会を盛り上げていただいた。

（日本大学 藤森 裕基）

懇親会

懇親会は、新宿の新名所「歌舞伎町タワー」と「ゴジラヘッド」を観光していただくことを目的とし、新宿・歌舞伎町のアパホテル 2 階にある「common cafe 新宿東口店」にて 3 年振りに対面方式で実施された。参加者は 47 名であり、フリードリンクと実行委員の若手からのリクエストによる充実したスイーツメニューを楽しみながら、和やかな雰囲気の中で懇親が深められた。

来年討論会が 60 回を迎えることもあり、名誉会員となられた橋本（東工大）、神本（弘前大）の両氏、学会賞を受賞した石切山（東レリサーチ）氏の 3 名から熱測定および熱測定学会の歴史に関する興味深いスピーチをいただいた。また、ポスター賞の栄冠に輝いた梅野（九州工業大）・秋山（近畿大）の両名に表彰状と株式会社日本サーマル・コンサルティング様からの副賞が授与された。最後に来年度の第 60 回記念熱測定討論会〔実行委員長：織田（京都府立大）〕での再会を約束して散会となった。

（日本大学 橋本 拓也）



橋本実行委員長（中央）とポスター賞の秋山氏（左）と梅野氏（右）